

PCT/IB 05 / 0 1 6 1 2
(1 4 . 0 6 . 0 5)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

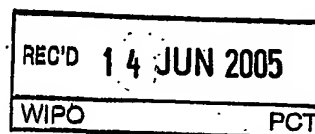
PCT/IB 05/01612

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 6 月 1 0 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 1 7 3 0 6 5
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 4 - 1 7 3 0 6 5]



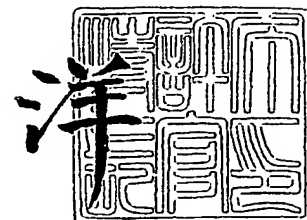
出 願 人 トヨタ自動車株式会社
Applicant(s):

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 2 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 1 1 5 9 6 1

【書類名】 特許願
【整理番号】 031086JP
【提出日】 平成16年 6月10日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F01N 3/24
F01N 3/20
F01N 3/08

【発明者】
【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
【氏名】 浅沼 孝充

【特許出願人】
【識別番号】 000003207
【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】
【識別番号】 100099645
【弁理士】
【氏名又は名称】 山本 晃司
【電話番号】 03-5524-2323
【連絡先】 担当

【選任した代理人】
【識別番号】 100104765
【弁理士】
【氏名又は名称】 江上 達夫
【電話番号】 03-5524-2323

【選任した代理人】
【識別番号】 100107331
【弁理士】
【氏名又は名称】 中村 聡延
【電話番号】 03-5524-2323

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 008268
【納付金額】 16,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

内燃機関の排気通路に設けられた吸蔵還元型の NO_x 触媒と、前記 NO_x 触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段と、前記 NO_x 触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御するS被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段と、を備え、

前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記 NO_x 触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段を備えていることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 2】

前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに一定時間間隔で切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 3】

前記硫化水素濃度取得手段は、前記濃度検出手段により検出された硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以下であると判断した場合に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に切り替えることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 4】

前記濃度検出手段は硫化水素に対して酸化触媒活性を有する酸化触媒を備え、

前記第一の検出状態では、前記酸化触媒を通過させた排気から前記合計濃度を検出しており、

前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態に切り替えてから前記合計濃度の検出までのディレー時間が、前記第二の検出状態に切り替えてから前記硫黄酸化物濃度の検出までのディレー時間より長く設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 5】

前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理中に前記硫化水素濃度取得手段により取得された硫化水素の濃度が許容限度を超えると判断した場合、前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に固定し、前記内燃機関の運転状態を前記 NO_x 触媒から硫黄酸化物が放出される硫黄酸化物放出領域内で前記硫化水素の濃度を低下させる方向に制御し、前記合計濃度が低下し始めた後、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に切り替える硫化水素濃度制限手段を備えていることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 6】

前記硫化水素濃度制限手段は、排気空燃比を理論空燃比よりもリッチ域にずれた範囲内でリーン側に変化させる処理、又は前記 NO_x 触媒の温度を硫黄酸化物の放出温度域内で低下させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫化水素の濃度を低下させる方向への前記運転状態の制御を実現することを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 7】

前記被毒回復制御手段は、前記硫化水素の濃度が許容限度未満であると判断した場合に、前記 NO_x 触媒からの硫黄酸化物の放出量が増加する方向に前記内燃機関の運転状態を制御する放出促進手段を備えていることを特徴とする請求項 1～6 のいずれか一項に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項 8】

前記放出促進手段は、排気空燃比をリッチ側に変化させる処理、又は前記 NO_x 触媒の温度を上昇させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫黄酸化物が増加する方向への前記運転状態の制御を実現することを特徴とする請求項

7 に記載の内燃機関の排気浄化装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】内燃機関の排気浄化装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、 NO_x 吸蔵還元型触媒の硫黄成分による被毒を回復する機能を備えた内燃機関の排気浄化装置に関する。

【背景技術】

【0002】

排気通路に吸蔵還元型 NO_x 触媒（以下、 NO_x 触媒と呼ぶことがある。）が設けられた内燃機関の排気浄化装置では、 NO_x 触媒の硫酸化物（ SO_x ）による被毒（S被毒）状態を解消して触媒浄化機能を回復させるため、 NO_x 触媒を SO_x の放出温度域まで昇温しかつ NO_x 触媒の付近を還元雰囲気中に制御するS被毒回復処理が定期的実施される。このような排気浄化装置としては、 NO_x 触媒の下流に設けられた SO_x センサが検出する SO_x 濃度に基づいて NO_x 触媒の SO_x 積算量を算出し、その積算量が所定限度を超えると NO_x 触媒を SO_x の放出温度域（概ね 600°C 以上）まで昇温しかつ排気空燃比を所定時間リッチ化してS被毒からの回復を図るものが知られている（特許文献1参照）。

【0003】

また、S被毒回復処理では NO_x 触媒から放出された SO_x が炭化水素（HC）や一酸化炭素（CO）と反応して硫化水素（ H_2S ）が生成される。 H_2S は硫黄臭の原因となるためにその放出量を抑える必要がある。そこで、 NO_x 吸蔵還元型触媒の下流に H_2S の濃度を検出するセンサを配置し、そのセンサの出力値に基づいてS被毒回復処理を制御する排気浄化装置が提案されている（特許文献2参照）。その他、本発明に関連する先行技術文献として特許文献3～7が存在する。

【特許文献1】特開2000-045753号公報

【特許文献2】特開2003-035132号公報

【特許文献3】特開2000-274232号公報

【特許文献4】特開2001-082137号公報

【特許文献5】特開2000-230419号公報

【特許文献6】特開2001-003782号公報

【特許文献7】特開2001-303937号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の SO_x センサを用いた排気浄化装置ではS被毒回復処理中における SO_x の放出量を検出していないので、 SO_x が殆ど放出されていない状態で処理が継続されて触媒機能を十分に回復させることができなかつたり、あるいはS被毒回復処理を過度に実施して H_2S の放出が抑えられないおそれがある。特許文献2に記載の H_2S センサを用いた排気浄化装置では、 H_2S の発生を抑えることはできても、S被毒回復処理中の実際の SO_x 放出量が把握できない点では特許文献1の装置と同じであり、 SO_x が十分に放出されていない状態で処理が継続されるおそれがある。すなわち、 NO_x 触媒から SO_x が放出される条件と、 H_2S が生成される条件とは必ずしも一致せず、 H_2S の濃度のみではS被毒回復処理を適切に進行させることができない場合がある。

【0005】

そこで、本発明は、S被毒回復処理中の硫化水素（ H_2S ）の放出を精度良く取得して硫化水素の放出を確実に抑制するとともに硫酸化物（ SO_x ）の放出を確実に進めることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の内燃機関の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に設けられた吸蔵還元型の NO_x 触媒と、前記 NO_x 触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段と、前記 NO_x 触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御する S 被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段と、を備え、前記被毒回復制御手段は、前記 S 被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記 NO_x 触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段を備えていることにより、上述した課題を解決する（請求項 1）。

【0007】

NO_x 触媒の S 被毒回復処理時においては、硫化水素よりも先に硫黄酸化物の放出が始まる。本発明の内燃機関の排気浄化装置によれば、濃度検出手段を第二の検出状態に固定し、 NO_x 触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に濃度検出手段を第一の検出状態と第二の検出状態とに交互に切り替えるので、硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを精度良く取得することができる。そのため、S 被毒回復処理時における硫化水素の放出を確実に抑制することができる。

【0008】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに一定時間間隔で切り替えてもよい（請求項 2）。このように一定時間間隔で第一の検出状態と第二の検出状態とに切り替えることで、合計濃度と硫黄酸化物濃度とを精度良く検出できる。そのため、硫化水素濃度をより精度良く取得することができる。

【0009】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度取得手段は、前記濃度検出手段により検出された硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以下であると判断した場合に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に切り替えてもよい（請求項 3）。この場合、硫黄酸化物濃度の変化幅が所定値以上である場合には第一の検出状態に切り替わることが禁止されるので、硫黄酸化物濃度の検出精度を向上させることができる。そのため、合計濃度と硫黄酸化物濃度とから導き出される硫化水素濃度を安定に、精度良く取得することができる。

【0010】

本発明の排気浄化装置において、前記濃度検出手段は硫化水素に対して酸化触媒活性を有する酸化触媒を備え、前記第一の検出状態では、前記酸化触媒を通過させた排気から前記合計濃度を検出しており、前記硫化水素濃度取得手段は、前記第一の検出状態に切り替えてから前記合計濃度の検出までのディレイ時間が、前記第二の検出状態に切り替えてから前記硫黄酸化物濃度の検出までのディレイ時間より長く設定されてもよい（請求項 4）。第二の検出状態から第一の検出状態に切り替えたときと、第一の検出状態から第二の検出状態に切り替えたときとにおける濃度検出手段の応答性を比較すると、第二の検出状態から第一の検出状態に切り替えたときの方が酸化触媒を通過させる時間分遅れ時間が発生する。本発明によれば、各検出状態に切り替えたときの応答性に応じてディレイ時間を設定したので、硫化水素濃度を精度良く取得することができる。

【0011】

本発明の排気浄化装置において、前記被毒回復制御手段は、前記 S 被毒回復処理中に前記硫化水素濃度取得手段により取得された硫化水素の濃度が許容限度を超えると判断した場合、前記濃度検出手段を前記第一の検出状態に固定し、前記内燃機関の運転状態を前記 NO_x 触媒から硫黄酸化物が放出される硫黄酸化物放出領域内で前記硫化水素の濃度を低下させる方向に制御し、前記合計濃度が低下し始めた後、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に切り替える硫化水素濃度制限手段を備えてもよい（請求項 5）。このように内燃機関の運転状態を制御することにより、S 被毒回復処理時における硫化水素の放出を精度良く、かつ確実に抑制することができる。

【0012】

本発明の排気浄化装置において、前記硫化水素濃度制限手段は、排気空燃比を理論空燃比よりもリッチ域にずれた範囲内でリーン側に変化させる処理、又は前記 NO_x 触媒の温度を硫酸化物の放出温度域内で低下させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫化水素の濃度を低下させる方向への前記運転状態の制御を実現してもよい（請求項6）。このように運転状態を制御すれば、 NO_x 触媒から放出された硫酸化物に基づく硫化水素の生成を抑えることができる。

【0013】

排気空燃比のリーン側への変化は、例えば吸入空気量の増量、EGR量の減量、 NO_x 触媒の上流（シリンダ又は排気通路）に添加する燃料量の減量によって実現できる。 NO_x 触媒よりも上流の排気通路に対して酸素を含んだ空気を導入するエアージェクション装置が内燃機関に設けられている場合には、そのエアージェクション装置から空気を導入して排気空燃比をリーン側へ変化させることができる。触媒温度の低下は、 NO_x 触媒の上流に添加する燃料量の減量によって実現することができる。シリンダにおける燃焼生成のために行われる燃料噴射の時期を進角させることによって触媒温度を低下させることができる。これらの制御は内燃機関における燃焼制御や触媒の制御のために用いられる手段でもあり、こうした手段を利用すれば比較的容易に本発明を実現することができる。

【0014】

本発明の排気浄化装置において、前記被毒回復制御手段は、前記硫化水素の濃度が許容限度未満であると判断した場合に、前記 NO_x 触媒からの硫酸化物の放出量が増加する方向に前記内燃機関の運転状態を制御する放出促進手段を備えてもよい（請求項7）。このような処理を実行すれば、硫化水素の濃度が許容限度を超えない範囲で可能な限り硫酸化物の放出を促進させてS被毒回復処理を効率よく進行させることができる。

【0015】

本発明の排気浄化装置において、前記放出促進手段は、排気空燃比をリッチ側に変化させる処理、又は前記 NO_x 触媒の温度を上昇させる処理のうち、少なくともいずれか一方の処理を実行することにより前記硫酸化物が増加する方向への前記運転状態の制御を実現してもよい（請求項8）。このように運転状態を制御すれば、 NO_x 触媒からの硫酸化物の放出量を増加させることができる。

【0016】

排気空燃比のリッチ側への変化はリーン側への変化と逆に吸入空気量の減量、EGR量の増量、 NO_x 触媒の上流（シリンダ又は排気通路）に添加する燃料量の増量によって実現できる。触媒温度の上昇は、 NO_x 触媒の上流に添加する燃料量の増量によって実現することができる。これらの制御もリーン側への制御と同様に内燃機関における燃焼制御や触媒の制御のために用いられる手段であり、こうした手段を利用すれば比較的容易に本発明を実現することができる。

【0017】

本発明において吸蔵還元型の NO_x 触媒は、 NO_x を触媒にて保持できるものであればよく、吸収又は吸着いずれの態様で NO_x が保持されるかは吸蔵の用語によって制限されない。 SO_x の被毒についてもその態様を問わないものである。さらに、 NO_x や SO_x の放出についてもその態様を問わない。本発明において内燃機関の運転状態の制御はシリンダ内における燃焼制御に関するものに限定されることなく、排気通路における燃料添加や空気の添加といったシリンダ外の制御に拘わる事項についてもその範疇に含むものである。

【発明の効果】

【0018】

以上に説明したように、本発明の排気浄化装置によれば、 NO_x 触媒下流の硫酸化物の濃度と、この硫酸化物と硫化水素との合計濃度とを切り替えて検出する濃度検出手段によって、 NO_x 触媒のS被毒回復処理時は、まず硫酸化物の濃度を検出し、 NO_x 触

媒からの硫黄酸化物の放出が検出されてから合計濃度と硫黄酸化物濃度とを交互に検出するので、硫化水素の濃度を精度良く取得することができる。そのため、硫化水素の生成を確実に抑制することができる。また、硫化水素濃度、硫黄酸化物濃度に基づいて硫化水素の濃度を許容限度内に抑えつつ硫黄酸化物が放出されるように内燃機関の運転状態を制御するので、硫化水素に起因する硫黄臭を抑えつつ硫黄酸化物の放出による NO_x 触媒機能の回復を確実に進行させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

図1は、本発明を内燃機関としてのディーゼルエンジン1に適用した一形態を示している。エンジン1は車両に走行用動力源として搭載されるもので、そのシリンダ2には吸気通路3及び排気通路4が接続され、吸気通路3には吸気濾過用のエアフィルタ5、ターボチャージャ6のコンプレッサ6a、吸気量調節用の絞り弁7が、排気通路4にはターボチャージャ6のタービン6bがそれぞれ設けられている。排気通路4のタービン6bよりも下流側には、吸蔵還元型 NO_x 触媒（以下、触媒と略称する。）8を含んだ排気浄化ユニット9と、その触媒8の下流にて排気中の硫黄成分の濃度を検出する濃度検出手段としての硫黄濃度センサ10とが設けられている。排気浄化ユニット9は排気中の粒子状物質を捕捉するディーゼルパティキュレートフィルタに NO_x 触媒物質を担持させたものでもよいし、そのようなフィルタとは別に設けられるものでもよい。排気通路4と吸気通路3とはEGR通路11で接続され、EGR通路11にはEGRクーラ12及びEGR弁13が設けられている。

【0020】

NO_x 触媒8の設置箇所における空燃比（排気空燃比と呼ぶことがある。）や NO_x 触媒8の温度はエンジンコントロールユニット（ECU）15にて制御される。ECU15はシリンダ2に燃料を噴射するための燃料噴射弁16、燃料噴射弁16へ供給される燃料圧力を蓄えるコモンレール17の圧力調整弁、あるいは上述した絞り弁7、EGR弁13といった各種の装置を操作してエンジン1の運転状態を制御する周知のコンピュータユニットである。ECU15はシリンダ2に吸入される空気と燃料噴射弁16から添加される燃料との質量比として与えられる空燃比が所定の目標空燃比に制御されるように燃料噴射弁16の燃料噴射動作を制御する。通常の運転時において、目標空燃比は理論空燃比（ストイキ）よりも空気量が多いリーン状態に制御されるが、 NO_x 触媒8から NO_x や SO_x を放出させる場合には排気空燃比がストイキ又はそれよりも燃料量が多いリッチ側に制御される。また、ECU15は後述する図6～図10のルーチンを実行することにより、本発明の被毒回復制御手段として機能する。ECU15による制御対象はその他にも種々存在するが、ここでは図示を省略する。また、エンジン1には上述した各種の制御を実行するための検出手段として排気温センサや空燃比センサ等の各種のセンサが設けられるがそれらの図示も省略する。

【0021】

次に、硫黄濃度センサ10の一例を図2及び図3を参照して説明する。図2に示すように硫黄濃度センサ10は、排気中の SO_x 濃度を検出する SO_x 濃度検出部20と、排気中の H_2S に対する酸化触媒活性を有する酸化力の強い酸化触媒21Aと、酸化触媒21Aよりも酸化力が弱い酸化触媒21Bと、硫黄濃度センサ10内における排気の流れを図2の矢印A方向と矢印B方向とに切り替え可能な切替弁22とを備えている。酸化触媒21Bは、排気中の硫黄酸化物（ SO_x 、但し大半は二酸化硫黄（ SO_2 ））を殆ど三酸化硫黄（ SO_3 ）へと酸化させる程度の酸化力を有する。酸化触媒21Bの酸化力は弱いものであり、 H_2S は殆ど酸化されずにそのまま酸化触媒21Bを通過する。酸化触媒21A、21Bの酸化力の差別化は、例えば触媒物質としてのプラチナ（Pt）の密度の相違、触媒21A、21Bの容量の相違、触媒物質の相違等によって実現することができる。すなわち、酸化力の強い触媒21AのPt密度を高く（Pt担持量を大きく）、酸化力の弱い触媒21BのPt密度を小さく（Pt担持量を少なく）設定してもよいし、触媒21A、21BのPt密度を同一としつつ触媒21Aの容量を大きく、触媒21Bの容量を小

さくしてもよい。あるいは、触媒 21A については酸化力の強い触媒物質（一例として Pt）を使用し、触媒 21B については酸化力の弱い触媒物質（一例としてパラジウム（Pd））を使用してもよい。酸化力の弱い触媒 21B の温度を酸化力の強い触媒 21A の温度よりも相対的に低く制御することによっても、触媒 21A、21B の酸化力を差別化することができる。さらに、これらの手段を適宜に組み合わせて触媒 21A、21B の酸化力を差別化してもよい。

【0022】

図 3 は SO_x 濃度検出部 20 の検出原理を示している。なお、図 3 に示した構成、及びこれに関する以下の説明は、「「煙道中の SO_2 を測定する全固体型ガスセンサー」工業材料 1999 年 8 月号（vol. 47 No. 8）第 63～66 頁」を出典とするものである。図 3 に示すように、 SO_x 濃度検出部 20 では、酸素イオン伝導体 23 の一方の面に副電極 24 及び検知電極 25 が、酸素イオン伝導体 23 の他方の面に参照電極 26 がそれぞれ設けられている。酸素イオン伝導体 23 には例えばイットリア安定化ジルコニアが、副電極 24 には硫酸塩が、検知電極 25 には銀（Ag）が、参照電極 26 には白金（Pt）がそれぞれ使用される。副電極 24 の硫酸塩には、好ましくは硫酸銀（ Ag_2SO_4 ）と硫酸バリウム（ BaSO_4 ）の混合塩が使用される。副電極 24 の応答反応には硫酸銀が関与するが、その安定化のために硫酸バリウムが添加される。また、検知電極 25 の応答反応には金属銀が関与するが、電極強度の向上のためには銀メッキを施した白金が好適に用いられる。

【0023】

SO_x 濃度検出部 20 における検出原理は次の通りである。まず、 SO_x 濃度検出部 20 に導かれた SO_3 が検知電極 25 の金属銀と反応して金属銀から電子が放出され、残った銀イオン（ Ag^+ ）は副電極 24 へ移動する。検知電極 25 から放出された電子は外部回路 27 を経由して参照電極 26 に導かれ、その参照電極 26 が酸素（ O_2 ）と結び付いて酸素イオン（ O^{2-} ）が生成され、その酸素イオンは酸素イオン伝導体 23 を通過して副電極 24 へ移動する。副電極 24 では銀イオンと酸素イオンとが SO_3 と反応して硫酸銀が生成される。以上の反応により、検知電極 25 と参照電極 26 との間には、酸素分圧一定の条件下において SO_x の濃度に対応した起電力が発生する。この起電力を測定することにより、 SO_x 濃度を検出することができる。

【0024】

切替弁 22 の動作は ECU 15 により制御される。硫黄濃度センサ 10 は、排気を図 2 の矢印 A 方向に導くことで排気中の SO_x と H_2S との合計濃度を、排気を図 2 の矢印 B 方向に導くことで排気中の SO_x 濃度を、それぞれ切り替えて検出することができる。排気が図 2 の矢印 A 方向に導かれた場合、酸化触媒 21A によって排気中の SO_2 及び H_2S を SO_3 に変化させることができるので、 SO_2 及び H_2S を変化させた SO_3 と排気中に存在していた SO_3 とを SO_x 濃度検出部 20 に導くことができる。そのため、 SO_x 濃度と H_2S 濃度とを合計した合計濃度に対応した起電力を電極 25、26 の間に発生させることができる。一方、排気が図 2 の矢印 B 方向に導かれた場合は、 H_2S が殆ど酸化されないまま SO_x 濃度検出部 20 に導かれるので、排気中の SO_x 濃度に対応した起電力が発生する。このように切替弁 22 により排気の流れを切り替えることで、合計濃度と SO_x 濃度とを切り替えて検出することができる。なお、以降、排気が酸化触媒 21A を第一の検出状態、排気が酸化触媒 21B を介して SO_x 濃度検出部 20 へ導かれる状態（排気が図 2 の矢印 A 方向へ導かれる状態）を第一の検出状態、排気が酸化触媒 21B を介して SO_x 濃度検出部 20 へ導かれる状態（排気が図 2 の矢印 B 方向へ導かれる状態）を第二の検出状態と呼ぶ。 SO_x 濃度検出部 20 では、 SO_x 濃度の検出に酸素を利用する。そのため、排気空燃比がリッチ域に制御される S 被毒回復処理中でも SO_x の濃度が確実に検出されるように SO_x 濃度検出部 20 に対して反応に必要な酸素を含んだ空気（新気）を供給するようにしてもよい。さらに、硫黄濃度センサ 10 はその温度を所定の反応域に維持するためのヒーター等の温度制御手段を含んでもよい。

【0025】

次に、図4を参照してS被毒回復処理中のECU15による排気空燃比の制御の概要を説明する。図4はS被毒回復処理において硫黄濃度センサ10が検出するSO_x濃度、合計濃度及びそれらの濃度から取得されるH₂S濃度と、排気空燃比との対応関係の一例を示している。排気空燃比をストイキからリッチ側へと排気空燃比を変化させるとSO_x濃度は直ちに上昇するが、途中の空燃比Xでピークを迎え、以降は排気空燃比がリッチ側により深く変化してもSO_x濃度は減少する。一方、合計濃度は破線で示した通り排気空燃比がストイキからリッチ側へ向かうに従って一様に増加する。H₂Sの濃度はこれらの濃度の差分であり、排気空燃比がストイキ付近に制御されている間は検出されず、SO_x濃度がピークを迎える位置X付近で検出され始め、以降は排気空燃比がリッチ側に変化するに従ってH₂S濃度が漸次増加する。NO_x触媒8からのSO_x放出量は排気空燃比がリッチ側に変化するに従って増加するが、排気空燃比が一定レベルを超えてリッチ側に偏った領域ではSO_xからH₂Sへの変化が顕著となり、その結果としてSO_x濃度の検出値が低下するためにこのような特性が生じる。本形態では、H₂Sの濃度について硫黄臭の防止等の観点から許容レベルが設定される。そして、ECU15は、硫黄濃度センサ10にてSO_xが検出され、かつH₂S濃度が許容レベル以下に収まる排気空燃比の範囲A1でS被毒回復処理が実行されるようにエンジン1の運転状態を制御する。このような制御により、H₂Sによる硫黄臭を抑えつつNO_x触媒8からSO_xを放出させてS被毒回復処理を確実に進めることができる。

【0026】

また、図5に示すようにS被毒回復処理中に生成されるH₂Sの濃度はNO_x触媒8の温度とも相関する。排気空燃比が一定と仮定した場合、触媒温度が下限温度T_{low}（例えば600°C付近）を超えるとH₂Sの生成が始まり、以降は触媒温度が上昇するに従ってH₂S濃度も上昇する。従って、NO_x触媒8の温度を制御してH₂Sの濃度を図4の許容レベル以下に抑えることもできる。すなわち、S被毒回復処理中においてH₂S濃度が許容レベルを超えて上昇しそうな場合に、NO_x触媒8の温度がSO_xの放出温度域内において相対的に低下するようにエンジン1の運転状態を制御すればH₂Sの濃度を許容レベル以下に制御することができる。ECU15はこのような制御も実行可能である。

【0027】

次に、図6～図10を参照してS被毒回復処理のためにECU15が実行する各種の制御ルーチンを説明する。図6はS被毒回復処理の開始時期を判別するためにECU15が実行するS放出開始制御ルーチンを示している。このルーチンはエンジン1の運転中において適当な周期で繰り返し実行される。図6のルーチンにおいて、ECU15はまずステップS1でNO_x触媒8のS被毒量を判別するためのS被毒カウンターの値が所定値以上か否か判断する。ECU15は、別のルーチンにより燃料噴射弁16から噴射される燃料噴射量と燃料中に含まれる硫黄成分比率の推定値とに基づいてNO_x触媒8に被毒するSO_x量を逐次演算しており、S被毒カウンターにはその算出値が積算される。ステップS1で使用される所定値はS被毒回復処理が必要な程にSO_x被毒量が増加したか否かを判別するための閾値として設定される。なお、NO_x触媒のS被毒量はNO_x触媒8の上流側にSO_xセンサを配置し、その検出量を積算して判別してもよい。NO_x触媒8の下流にNO_xセンサが配置される場合には、そのNO_xセンサが検出するNO_x濃度からNO_x触媒8の劣化度合いを判別してS被毒回復処理が必要か否かを判別してもよい。

【0028】

ステップS1にてS被毒カウンターの値が所定値以上でなければS被毒回復処理が必要なレベルまでSO_x被毒が進行していないと判断して図6のルーチンを終了する。一方、ECU15は、S被毒カウンターの値が所定値以上のときはS被毒量が限界と判断し、ステップS2でS放出要求フラグをオンにしてルーチンを終了する。

【0029】

ECU15は、S被毒回復処理時にH₂Sの濃度を精度良く取得するため、図7の制御ルーチンを一定の周期で繰り返し実行する。図7の切替弁動作制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS11でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にス

テップ S 1 2 以下に進み、オフであればステップ S 1 2 以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップ S 1 2 において ECU 1 5 は、NO_x触媒 8 からの SO_x 放出が安定に行われているか否かを判断する。ECU 1 5 は、例えば、S 被毒回復処理が開始された直後で NO_x触媒 8 からの SO_x 放出が検出されない場合や、H₂S 濃度が図 4 の許容レベル以上である場合に SO_x 放出が安定に行われていないと判断する。SO_x 放出が安定していると判断した場合はステップ S 1 3 へ進み、ECU 1 5 は切替弁 2 2 を一定時間間隔で周期的に第一の検出状態と第二の検出状態とに交互に切り替える切替制御を許可する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。ECU 1 5 は、別のルーチンで切替弁 2 2 の切替制御を実行おり、切替制御によって検出された合計濃度と SO_x 濃度とから H₂S の濃度を取得している。

【0030】

なお、切替弁 2 2 を第一の検出状態に切り替えてから合計濃度を検出するまでの時間（合計濃度検出ディレイ時間）は、切替弁 2 2 を第二の検出状態に切り替えてから SO_x 濃度を検出するまでの時間（SO_x 濃度検出ディレイ時間）よりも長く設定される。硫黄濃度センサ 1 0 においては、第二の検出状態における酸化触媒 2 1 B による酸化反応と比べて、第一の検出状態における酸化触媒 2 1 A による酸化反応、特に H₂S の酸化反応に関してより多くの時間が必要となる。加えて、触媒 2 1 B においては SO_x のみを酸化させるのに対して、触媒 2 1 A においては SO_x と H₂S の両者を酸化させる必要があるので、酸化反応により多くの時間を要する。さらに、触媒 2 1 B よりも触媒 2 1 A の容量を大きく設定した場合には、容量が大きくなる分、排気が触媒 2 1 A を通過する時間が触媒 2 1 B に対するそれよりも長くなる。例えば、図 1 1 に示すように、硫黄濃度センサ 1 0 を第二の検出状態に切り替えたときの応答遅れ時間、例えば検出開始時刻 t 0 から 90% 応答点に達するまでの時間 TD_{SO_x} と比べて、第一の検出状態に切り替えたときの応答遅れ時間 TD_{H₂S + SO_x} が酸化反応に要する時間の差に応じて大きくなる可能性がある。そこで、合計濃度検出ディレイ時間を SO_x 濃度検出ディレイ時間よりも長く設定して合計濃度と SO_x 濃度との検出精度を向上させる。これにより、H₂S 濃度を精度良く取得することができる。

【0031】

図 7 の制御ルーチンの説明に戻る。一方、SO_x 放出が安定していないと判断した場合は、ステップ S 1 4 へ進み、ECU 1 5 は硫黄濃度センサ 1 0 の切替制御を禁止する。その後、今回の制御ルーチンを終了する。SO_x 放出が安定していない場合は合計濃度及び SO_x 濃度の検出値が安定しないので、このような場合は切替制御を禁止する。なお、ECU 1 5 は、切替弁 2 2 を NO_x触媒 8 の状態に応じて第一の検出状態又は第二の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。例えば、S 被毒回復処理が開始された直後で SO_x 放出が検出されない場合、ECU 1 5 は切替弁 2 2 を第二の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。図 4 に示したように S 被毒回復処理時は、NO_x触媒 8 から H₂S よりも先に SO_x が放出される。そこで、切替弁 2 2 を第二の検出状態に切り替えて固定し、SO_x 濃度の検出精度を向上させる。また、H₂S 濃度が所定値（許容レベル）以上である場合、ECU 1 5 は切替弁 2 2 を第一の検出状態に切り替えてから切替制御を禁止する。このように切替弁 2 2 を第一の検出状態に固定することで、H₂S 濃度の変化を精度良く取得することができる。

【0032】

このように切替弁 2 2 の動作を制御することにより、S 被毒回復処理時における H₂S の濃度を精度良く取得することができる。なお、ECU 1 5 は、硫黄濃度センサ 1 0 を第二の検出状態から第一の検出状態に切り替える際、第二の検出状態において検出される SO_x 濃度の変化幅が所定値以下である場合にのみ硫黄濃度センサ 1 0 を第一の検出状態に切り替える。このように SO_x 濃度の変化幅が所定値以下の場合にのみ切り替えることで、SO_x 濃度の検出精度を向上させることができる。

【0033】

S 放出要求フラグのオンに対応して S 被毒回復処理を実施するため、ECU 1 5 は図 8

の排気空燃比制御ルーチン及び図9の昇温制御ルーチンを一定の周期で繰り返し実行する。図8の排気空燃比制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS21でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にステップS22以下に進み、オフであればステップS22以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS22では、排気空燃比がリッチ域（ストイキよりも燃料量が多い領域）に維持され、かつNO_x触媒8がSO_xの放出温度域に昇温されるようエンジン1の運転状態を制御してS被毒回復処理を実施する。既にS被毒回復処理が実施されているときはその状態を継続する。排気空燃比のリッチ化及びNO_x触媒8の昇温は、例えばシリンダ2における燃焼を目的として行われる本来の燃料噴射の後に燃料噴射弁16から追加的に燃料を噴射するいわゆるポスト噴射により実現すればよい。排気通路4のNO_x触媒8よりも上流に燃料添加弁が設けられる場合にはその燃料添加弁から燃料を添加して排気空燃比をリッチ域に制御してもよい。本発明におけるエンジン1の運転状態の制御は、シリンダ2における燃焼制御に限らず、こうした排気通路4における制御も含む概念である。

【0034】

ステップS22でS被毒回復処理を開始した後はステップS23に進み、硫黄濃度センサ10が検出するSO_x濃度が所定値以上か否か判断する。ここで使用される所定値はS被毒回復処理を適当な期間内で完了させるために最低限必要とされるSO_x放出レベル（最低必要レベル）に設定される。SO_x濃度が所定値未満の場合にはステップS25へ進んで排気空燃比をリッチ側に所定のステップ量変化させる。ここでいうリッチ側への変化は排気空燃比をステップS25における変更前のそれと比して空気量が減少する側へ変化させることを意味し、ストイキからリッチ域へ変化させることを意味するものではない。排気空燃比のリッチ側への変化は例えば吸入空気量（正確には酸素量）が減少するように絞り弁7やEGR弁13を操作することによって実現される。あるいはポスト噴射によって供給する燃料量を増加させてもよい。

【0035】

ステップS23にてSO_x濃度が所定値以上の場合にはステップS24へ進み、切替制御により取得されたH₂S濃度が所定値以上か否か判断する。ここで使用される所定値は図4の許容レベルに設定される。但し、制御の応答遅れによる一時的なH₂S濃度の許容レベル外への上昇を防ぐため、ステップS24の所定値を許容レベルよりもさらに低く設定してもよい。H₂S濃度が所定値未満であればステップS25へ進み、排気空燃比をリッチ側へ変化させる。一方、H₂S濃度が所定値以上であればステップS26へ進み、排気空燃比をリーン側に所定のステップ量変化させる。ここでいうリーン側への変化は排気空燃比をステップS26における変更前のそれと比して空気量が増加する側へ変化させることを意味し、ストイキを超えてリーン域へ変化させることを意味するものではない。排気空燃比のリーン側への変化は例えば吸入空気量が増加するように絞り弁7やEGR弁13を操作することによって実現される。あるいはポスト噴射によって供給する燃料量を減少させてもよい。NO_x触媒8の暖機促進等を目的として排気通路4に空気を導入するエアージェクション装置が装備されている場合にはそのエアージェクション装置から排気通路4に空気を導入して排気空燃比をリーン側に変化させてもよい。ステップS25又はS26にて排気空燃比を変化させた後は今回のルーチンを終了する。

【0036】

一方、図9の昇温制御ルーチンにおいて、ECU15はまずステップS31でS放出要求フラグがオンか否か判断し、オンの場合にステップS32以下に進み、オフであればステップS32以下の処理をスキップして今回のルーチンを終了する。ステップS32では、排気空燃比がリッチ域に維持され、かつNO_x触媒8がSO_xの放出温度域まで昇温されるようエンジン1の運転状態を制御してS被毒回復処理を実施する。これらの内容は図8のステップS21及びS22と同じである。続くステップS33及びS34では図8のステップS23及びS24と同じくSO_x濃度が所定値以上か否か、H₂S濃度が所定値以上か否かを判断する。これらの所定値はステップS23又はS24のものとそれぞれ同一でよい。そして、SO_x濃度が所定値未満又はH₂S濃度が所定値未満の場合にステッ

プ S 3 5 へ進んで NO_x 触媒 8 に対する昇温制御の目標温度を所定のステップ量上昇させる。一方、SO_x 濃度が所定値以上でかつ H₂ S 濃度が所定値以上の場合にはステップ S 3 6 へ進み、昇温制御の目標温度を所定のステップ量低下させる。ECU 15 は S 被毒回復処理中に別ルーチンにて NO_x 触媒 8 の温度を SO_x の放出温度域内の目標温度に一致するようにエンジン 1 の運転状態を制御しており、ステップ S 3 5 及び S 3 6 の処理はその目標温度を変化させることにより NO_x 触媒 8 の温度を変化させるものである。

【0037】

NO_x 触媒 8 の温度調整は例えばポスト噴射にて供給される燃料量の増減によって実現できる。勿論、燃料量が多いほど触媒温度は上昇する。また触媒温度の低下はポスト噴射量の減少によって実現できる。但し、NO_x 触媒 8 の温度は排気温度と相関するため、例えばシリンダ 2 における燃焼を目的としたメイン噴射の時期をずらして排気温度を変化させることによって触媒温度を調整することができる。この場合、燃料噴射時期をリタード（遅角側へ変化）させれば触媒温度が上昇し、リタードされた燃料噴射時期を進角側へ戻せば触媒温度が低下する。ステップ S 3 5 又は S 3 6 で触媒温度の目標温度を変更した後は今回の昇温制御ルーチンを終える。

【0038】

図 10 は S 被毒回復処理の終了時期を判別するために ECU 15 が実行する S 放出終了制御ルーチンを示している。このルーチンはエンジン 1 の運転中において適当な周期で繰り返し実行される。図 10 のルーチンにおいて、ECU 15 はまずステップ S 4 1 で S 被毒カウンターの値が所定値以上か否かを判断する。ここで使用される所定値は図 6 のステップ S 1 で使用される所定値と同じでよい。所定値以上の場合にステップ S 4 2 以下に進み、所定値未満であればステップ S 4 2 以下の処理をスキップして今回のルーチンを終える。ステップ S 4 2 では、S 被毒回復処理が実施されているか否かを判断し、実施されている場合にステップ S 4 3 へ進む。S 被毒回復処理が実施されていないときはステップ S 4 3 以下の処理をスキップして今回のルーチンを終える。

【0039】

ステップ S 4 3 では硫黄濃度センサが検出する SO_x 濃度が所定値以上か否かを判断する。ここで使用される所定値は S 被毒回復処理を終了すべきか否かを判別するための閾値として設定される。S 被毒回復処理を進行させるために必要な最低レベルの SO_x が放出されているにも拘わらず S 被毒回復処理が終了しないよう、ステップ S 4 3 の所定値は図 8 のステップ S 2 3 及び図 9 のステップ S 3 3 でそれぞれ使用される所定値よりも小さく設定される。そして、ステップ S 4 3 にて SO_x 濃度が所定値未満と判断した場合にステップ S 4 4 へ進んで S 放出要求フラグをオフに切り替えて今回のルーチンを終える。ステップ S 4 3 で SO_x 濃度が所定値以上の場合にはステップ S 4 4 をスキップしてルーチンを終える。

【0040】

以上の制御によれば、S 被毒回復処理中の SO_x 放出量が S 回復処理に最低限必要なレベルまで低下すると、図 8 のステップ S 2 3 及び S 2 5 の処理によって排気空燃比がリッチ側へ変更されるとともに、図 9 のステップ S 3 3 及び S 3 5 の処理によって触媒温度が上昇する。これにより、S 被毒回復処理中は NO_x 触媒 8 から最低限必要なレベルの SO_x が放出されて S 被毒回復処理が確実に進行する。また、H₂ S の濃度が許容レベル内にある間は、図 8 のステップ S 2 4 から S 2 5 への処理の繰り返しによって排気空燃比がリッチ側へ徐々に変更されるとともに、図 9 のステップ S 3 4 から S 3 5 への処理の繰り返しによって触媒温度が徐々に上昇する。その一方で、H₂ S 濃度が許容レベルの上限（許容限度）まで増加すると図 8 のステップ S 2 4 から S 2 6 への処理によって排気空燃比がリーン側に幾らか戻され、かつ図 9 のステップ S 3 4 から S 3 6 への処理によって触媒温度が幾らか低温側へ戻される。これにより、H₂ S の濃度を許容レベル以下に制御しつつ、NO_x 触媒 8 からの SO_x の放出を可能な限り促進して S 被毒回復処理を効率よく進行させることができる。

【0041】

以上の形態では、ECU15が被毒回復制御手段として機能する。そして、図7のステップS12、S13及びS14の処理を実行することによりECU15が硫化水素濃度取得手段として機能する。また、図7のステップS12、S13及びS14の処理、図8のステップS23、S24及びS26の処理、並びに図9のステップS33、34及びS36の処理を実行することによりECU15が硫化水素濃度制限手段として機能する。さらに、図8のステップS24及びS25の処理、並びに図9のステップS34及びS35の処理を実行することによりECU15が放出促進手段として機能する。

【0042】

本発明は以上の実施形態に限定されず、種々の形態で実施してよい。例えば、S被毒回復処理中のSOx濃度及びH₂S濃度を図4の領域A1に維持するためには、図8及び図9の制御のうちいずれか一方の制御のみを実施してもよい。図8のステップS24及び図9のステップS34において、H₂S濃度が所定値未満の場合にステップS25又はS35を実施することなくルーチンを終了してもよい。

【0043】

S被毒回復処理の終了時期に関する判定は図10に限定されない。例えば、図10のステップS43ではSOx濃度によってS被毒回復処理の終了時期か否かを判定したが、硫黄濃度センサ10が第一の検出状態のときに検出した合計濃度が所定値未満まで低下したときにS被毒回復処理の終了時期と判断してもよい。S被毒回復処理の開始から、SOx濃度又は合計濃度の検出値に基づいてNOx触媒8からのSOx放出量を繰り返し演算し、その演算値を積算してS被毒カウンターの値との差が所定値未満まで減少した場合にS被毒回復処理の終了時期と判定するような制御をECU15にて実行してもよい。さらに、本発明はディーゼルエンジンに限らず、ガソリンその他の燃料を利用する各種の内燃機関に適用してよい。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明が適用される内燃機関の一形態を示す図。

【図2】図1の排気浄化装置で使用される硫黄濃度センサの概略構成を示す図。

【図3】図2の硫黄濃度センサの検出原理を示す図。

【図4】硫黄濃度センサにて検出されるSOx濃度、合計濃度及びそれらの濃度から導き出されるH₂S濃度と排気空燃比との対応関係の一例を示す図。

【図5】NOx触媒の温度とH₂Sの濃度との対応関係の一例を示す図。

【図6】ECUが実行するS放出開始制御ルーチンを示すフローチャート。

【図7】ECUが実行する切替弁動作制御ルーチンを示すフローチャート。

【図8】ECUが実行する排気空燃比制御ルーチンを示すフローチャート。

【図9】ECUが実行する昇温制御ルーチンを示すフローチャート。

【図10】ECUが実行するS放出終了制御ルーチンを示すフローチャート。

【図11】硫黄濃度センサの第一の検出状態と第二の検出状態との応答特性を示す図。

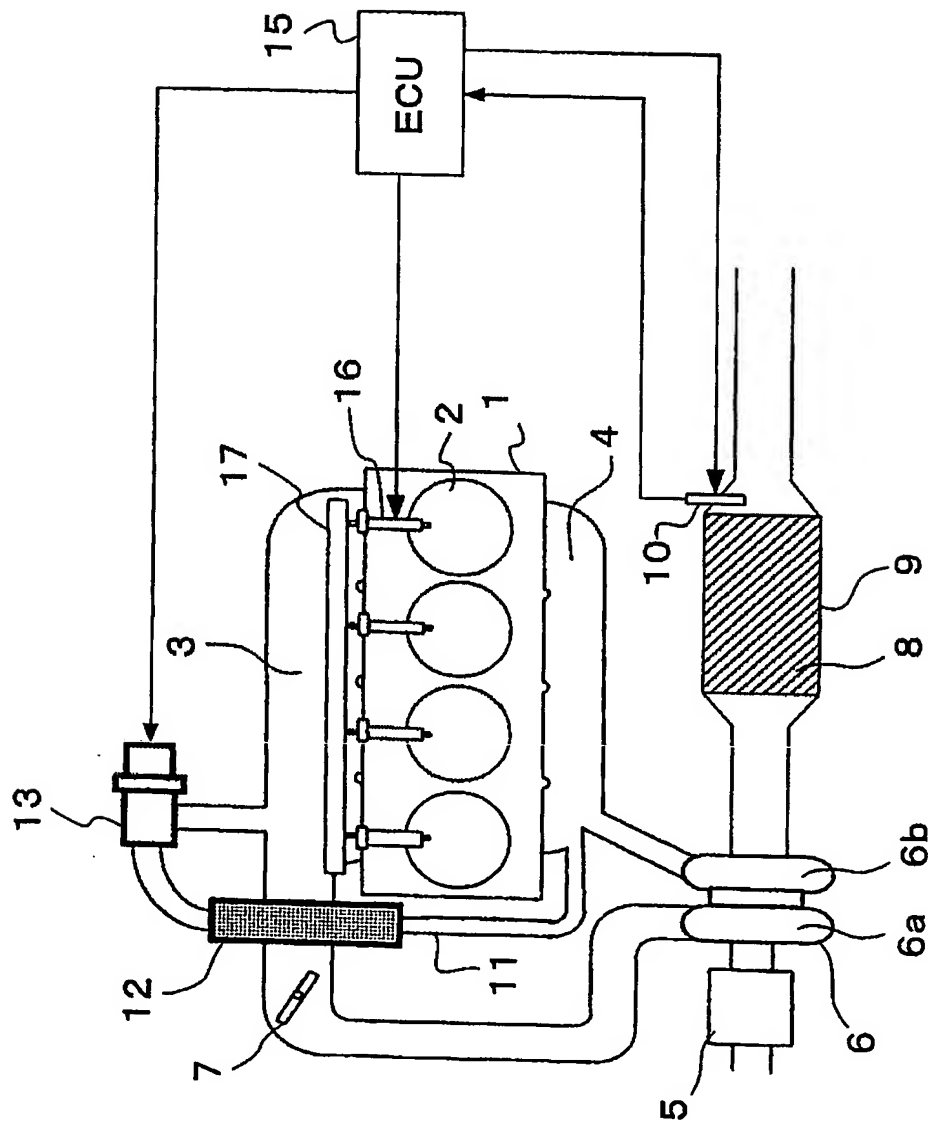
【符号の説明】

【0045】

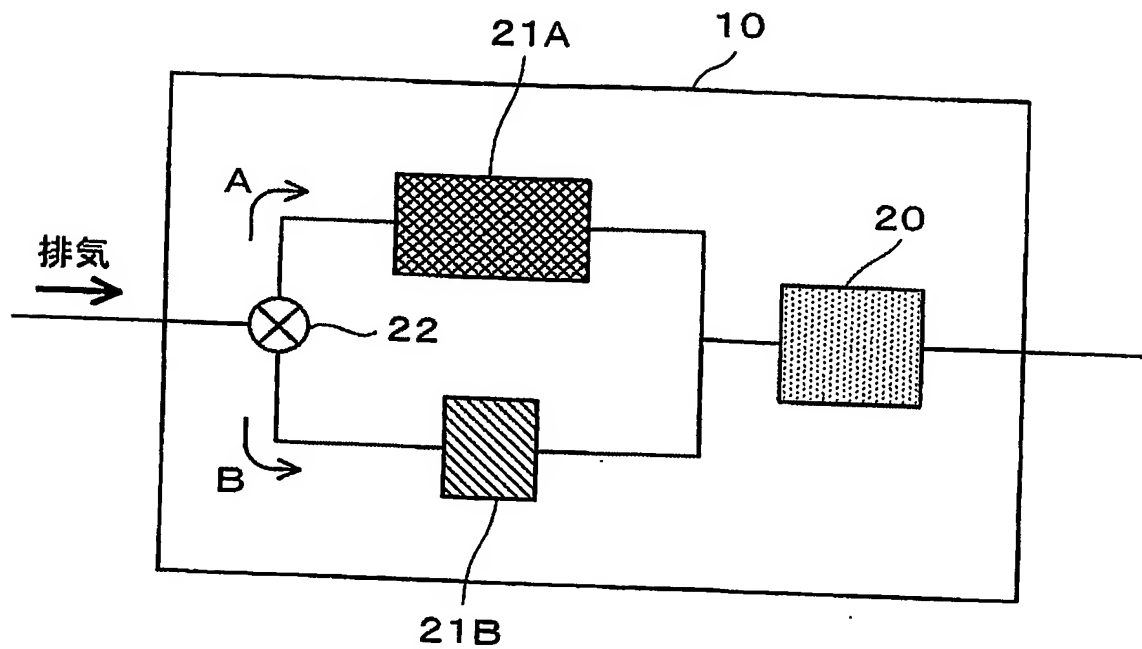
- 1 ディーゼルエンジン（内燃機関）
- 2 シリンダ
- 3 吸気通路
- 4 排気通路
- 7 絞り弁
- 8 吸蔵還元型のNOx触媒
- 10 硫黄濃度センサ（濃度検出手段）
- 13 EGR弁
- 15 エンジンコントロールユニット（被毒回復制御手段、硫化水素濃度取得手段、硫化水素濃度制限手段、放出促進手段）

- 1 6 燃料噴射弁
- 2 0 S O x 濃度検出部
- 2 1 A 酸化触媒
- 2 2 切替弁
- 2 3 酸素イオン伝導体
- 2 4 副電極
- 2 5 検知電極
- 2 6 参照電極
- 2 7 外部回路

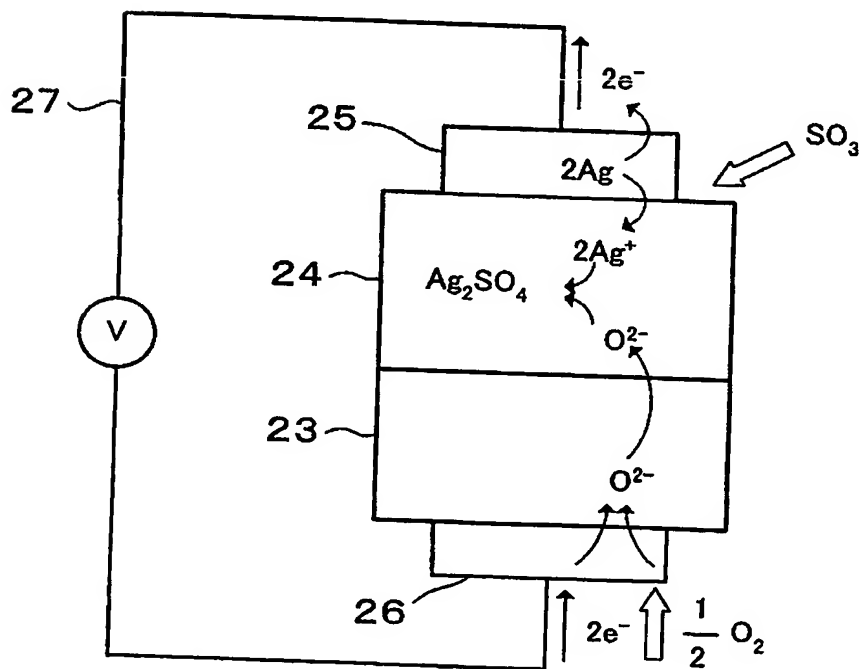
【書類名】 図面
【図 1】



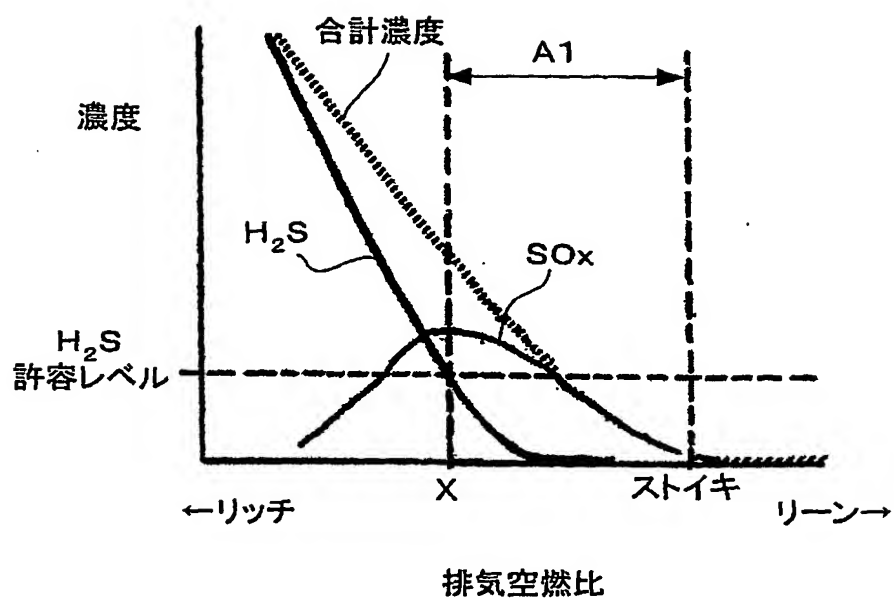
【図 2】



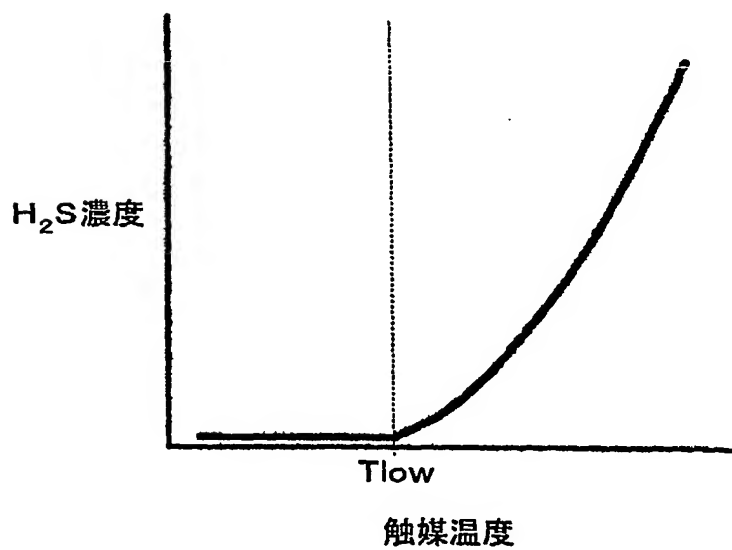
【図 3】



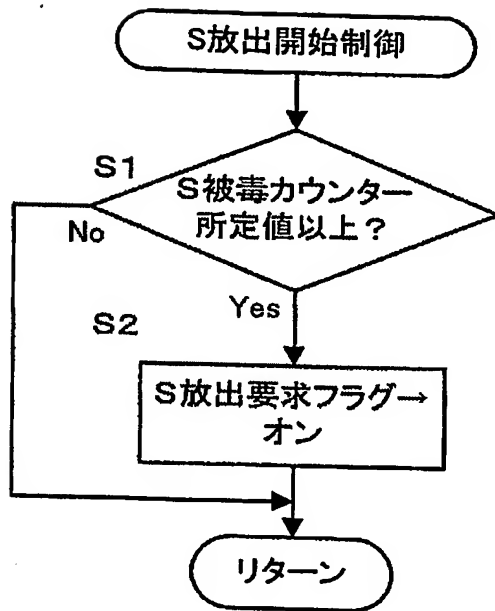
【図4】



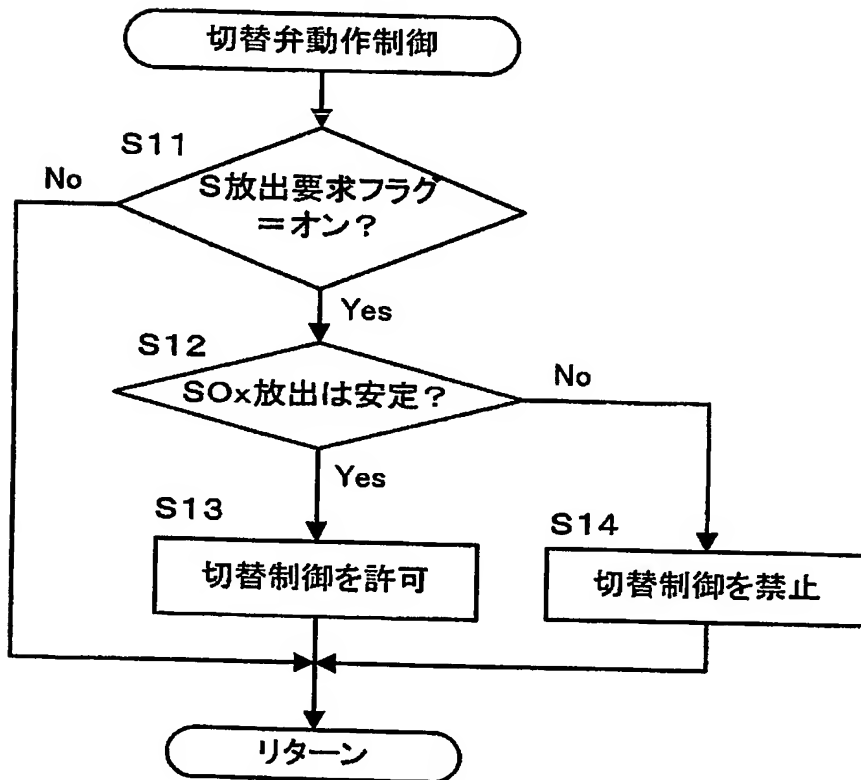
【図5】



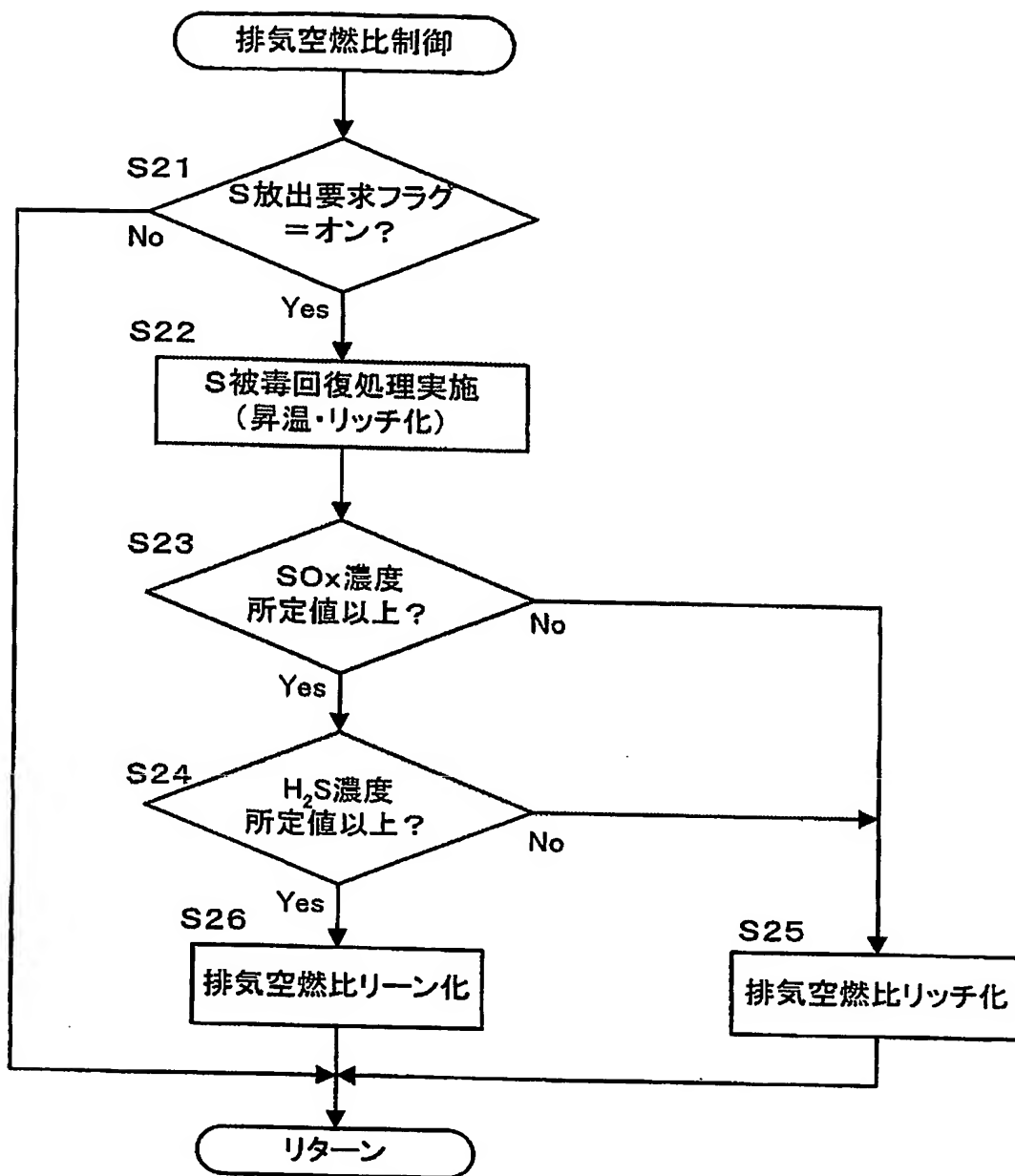
【図6】



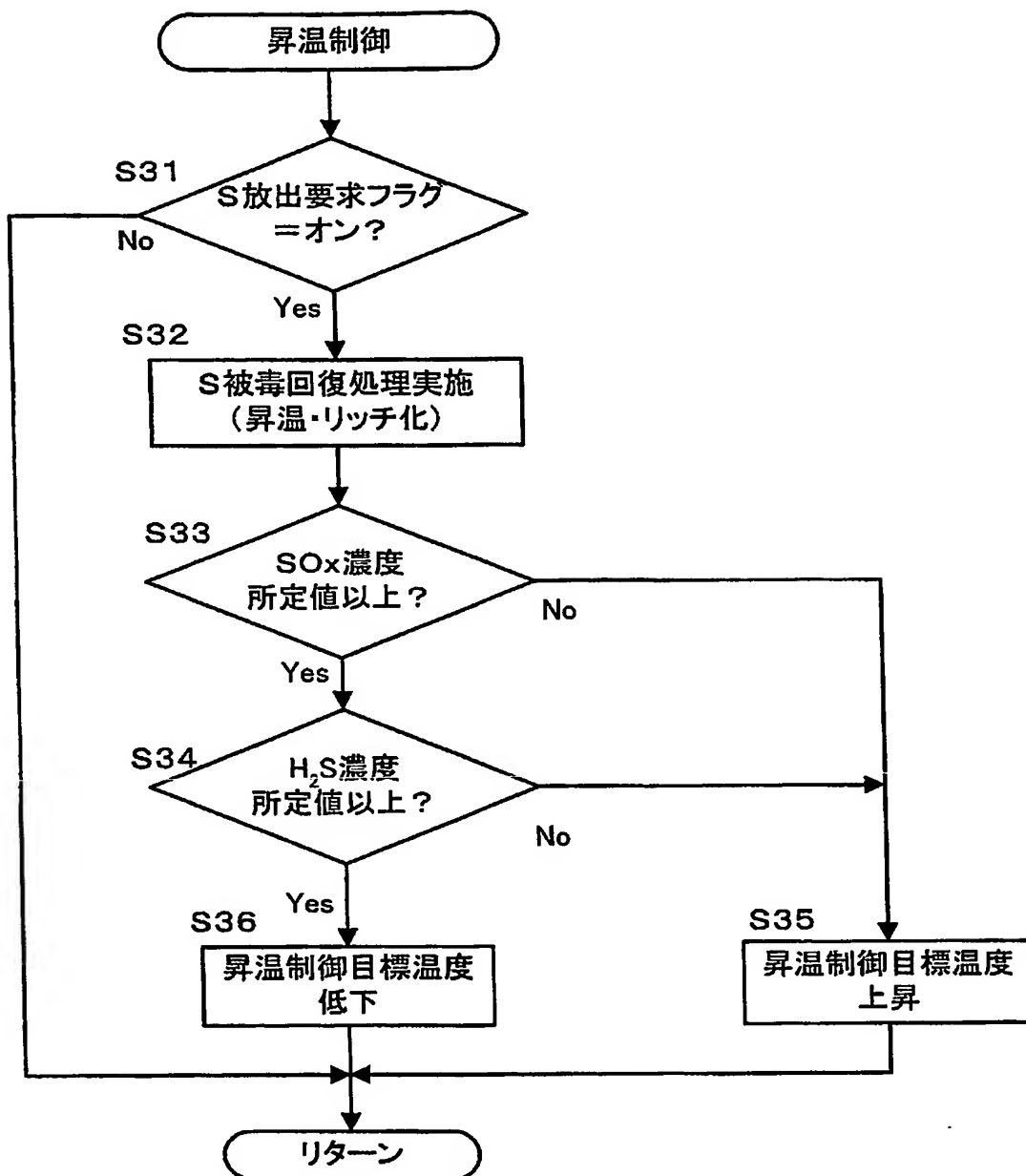
【図7】



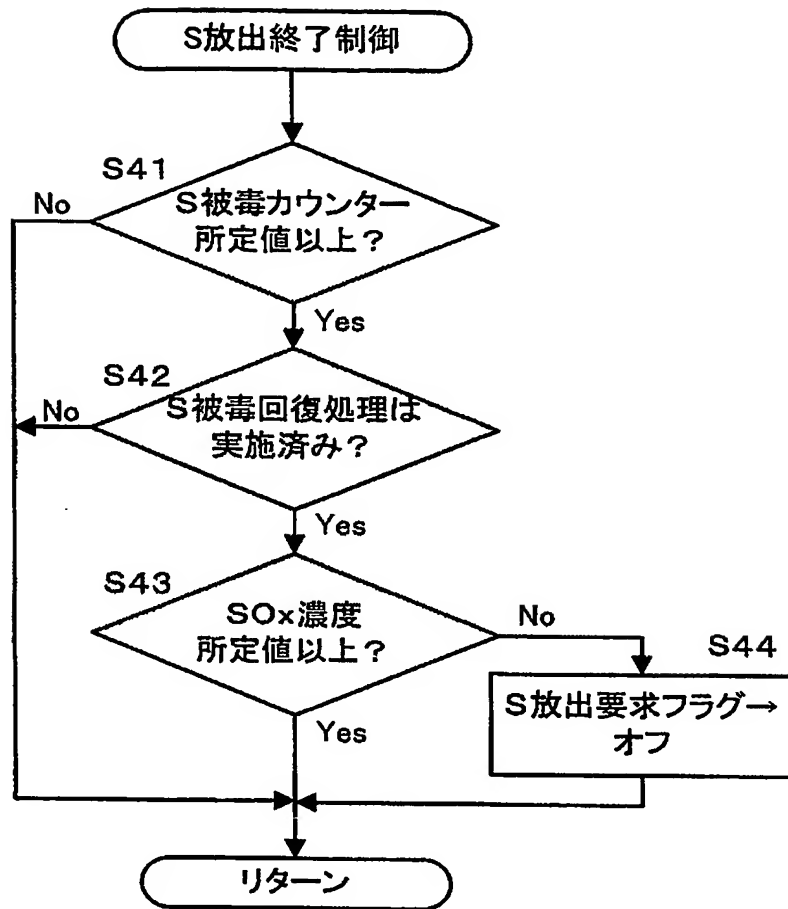
【図 8】



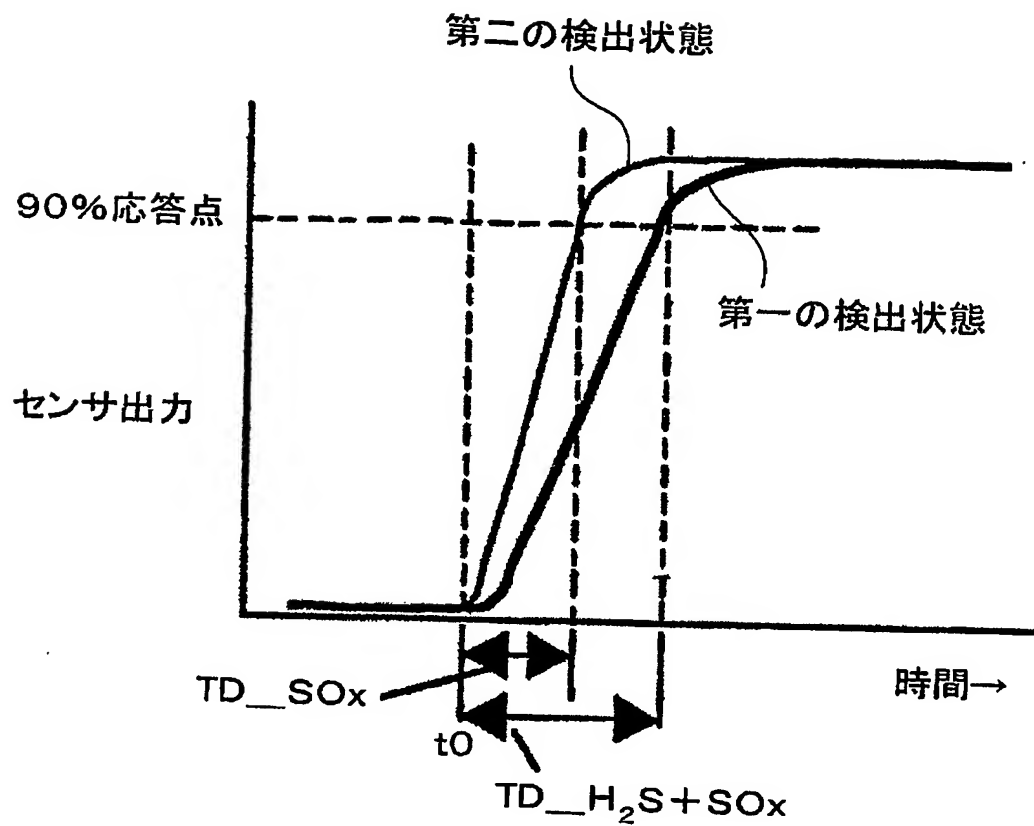
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 S被毒回復処理中の H_2S の放出を精度良く取得して H_2S の放出を確実に抑制するとともに SO_x の放出を確実に進めることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供する。

【解決手段】 内燃機関1の排気通路4に設けられた吸蔵還元型の NO_x 触媒8と、前記 NO_x 触媒を通過した排気中の硫黄酸化物及び硫化水素の合計濃度を検出する第一の検出状態と前記硫黄酸化物の濃度を検出する第二の検出状態とに切り替え可能な濃度検出手段10と、前記 NO_x 触媒から硫黄酸化物が放出されるように前記内燃機関の運転状態を制御するS被毒回復処理を実行可能な被毒回復制御手段15と、を備え、前記被毒回復制御手段は、前記S被毒回復処理時に、前記濃度検出手段を前記第二の検出状態に固定し、前記 NO_x 触媒からの硫黄酸化物の放出が検出された後に前記濃度検出手段を前記第一の検出状態と前記第二の検出状態とに交互に切り替えることにより硫黄酸化物濃度と硫化水素濃度とを取得する硫化水素濃度取得手段15を備える。

【選択図】 図7

特願 2004-173065

ページ: 1/E

出願人履歴情報

識別番号

[000003207]

1. 変更年月日

[変更理由]

住所

氏名

1990年 8月27日

新規登録

愛知県豊田市トヨタ町1番地

トヨタ自動車株式会社